

(19) 世界知的所有権機関
国際事務局



(43) 国際公開日
2002 年 3 月 14 日 (14.03.2002)

PCT

(10) 国際公開番号
WO 02/20882 A1

(51) 国際特許分類: C30B 29/06, H01L 31/04

(21) 国際出願番号: PCT/JP01/07001

(22) 国際出願日: 2001 年 8 月 13 日 (13.08.2001)

(25) 国際出願の言語: 日本語

(26) 国際公開の言語: 日本語

(30) 優先権データ:
特願2000-273310 2000 年 9 月 8 日 (08.09.2000) JP

(71) 出願人 (米国を除く全ての指定国について): シャープ株式会社 (SHARP KABUSHIKI KAISHA) [JP/JP];
〒545-8522 大阪府大阪市阿倍野区長池町22番22号
Osaka (JP).

(GOMA, Shuji) [JP/JP]; 〒639-2122 奈良県北葛城郡
新庄町壺192-1 Nara (JP). 五十嵐万人 (IGARASHI,
Kazuto) [JP/JP]; 〒634-0072 奈良県橿原市醍醐町436-1
ナツシュエイ86-213号 Nara (JP). 矢野光三郎 (YANO,
Kohzaburoh) [JP/JP]; 〒518-0740 三重県名張市梅が
丘北5番町198 Mie (JP). 谷口 浩 (TANIGUCHI,
Hiroshi) [JP/JP]; 〒630-8244 奈良県奈良市三条町
606-76-2-506 Nara (JP).

(74) 代理人: 野河信太郎 (NOGAWA, Shintaro); 〒530-0047
大阪府大阪市北区西天満5丁目1-3 南森町パークビル
Osaka (JP).

(81) 指定国 (国内): AU, BR, CN, HR, HU, IN, KR, US.

(84) 指定国 (広域): ヨーロッパ特許 (AT, BE, CH, CY, DE,
DK, ES, FI, FR, GB, GR, IE, IT, LU, MC, NL, PT, SE, TR).

(72) 発明者; および

(75) 発明者/出願人 (米国についてのみ): 胡間修二

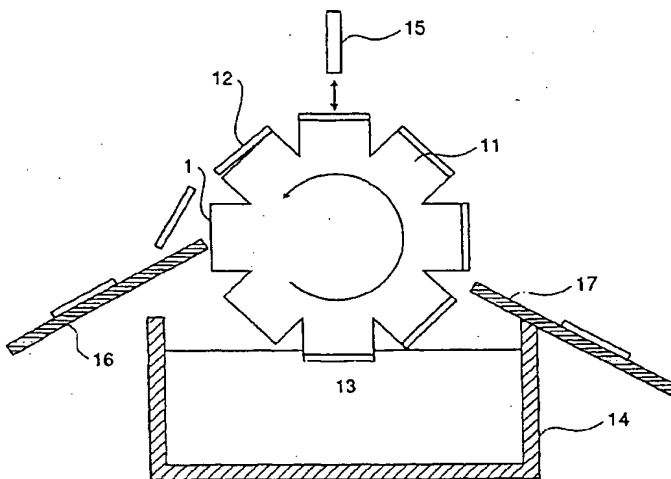
添付公開書類:

— 国際調査報告書

[続葉有]

(54) Title: SILICON SHEET PRODUCING APPARATUS AND SOLAR CELL COMPRISING SILICON SHEET PRODUCED BY THE SAME

(54) 発明の名称: シリコンシート製造装置およびそれによるシリコンシートを用いた太陽電池



(57) Abstract: A silicon sheet producing apparatus comprising a crucible (14) containing fused silicon and a rotating cooling body (11) rotatably disposed above the crucible (14) and having at least one flat surface (1) for growing a solid silicon sheet (12) on the surface is characterized by comprising a separating/transfer out mechanism for separating a silicon sheet (12) formed on the flat surface (1) of the rotating cooling body (11) by dipping it in a fused silicon (13) by the rotation and then lifting it up from the fused silicon (13) and transferring the separated silicon sheet (12) by the inertia force by the rotation of the rotating cooling body (11) and/or the fall by the gravity out of the apparatus before the silicon sheet (12) is dipped again in the fused silicon (13). With this, a planar silicon sheet free of internal stress can be produced and the silicon sheet can be taken out continuously and stably.

[続葉有]



2文字コード及び他の略語については、定期発行される各PCTガゼットの巻頭に掲載されている「コードと略語のガイダンスノート」を参照。

(57) 要約:

本発明のシリコンシート製造装置は、熔融シリコンを収納するためのるつぼ（14）と、るつぼ（14）の上方に回転可能に配設されかつシリコンシート（12）を表面で固化成長させるための少なくとも1つの平坦面（1）を有する回転冷却体（11）とを備え、回転によって熔融シリコン（13）に一旦浸漬された後に熔融シリコン（13）から引き上げられた回転冷却体（11）の平坦面（1）が熔融シリコンに再び浸漬される前に、その平坦面（1）に生成したシリコンシート（12）を剥離するとともに、剥離したシリコンシート（12）を回転冷却体（11）の回転による慣性力および／または重力による落下を利用して装置外へ搬出するための剥離・搬出機構が設けられていることを特徴とする。これにより、内部応力のない平面上シリコンシートを得ることができ、また、連続して安定的にシリコンシートを取り出すことが可能となる。

明細書

シリコンシート製造装置およびそれによるシリコンシートを用いた太陽電池
5 池

技術分野

この発明は、主として太陽電池等に用いることができるシリコンシートの製造装置およびそのシリコンシートを用いた太陽電池に関するものである。
10 る。

背景技術

従来、回転冷却体を熔融金属中に浸漬して、冷却体表面に生成するシリコンを取り出す方法として、例えば、米国特許第423175号公報に開示されたシリコン精製方法がある。
15

この方法によると、回転冷却体の円筒面の一部を融液中に浸漬し、回転冷却体を回転させながら、円筒面にシリコン凝固殻を成長させ、これを再溶解して液体シリコンを取り出すことにより、不純物が除去されたシリコン融液を取り出すことができる。

20 また、回転冷却体を熔融シリコン中に浸漬して、回転冷却体の表面に生成するシリコンシートを直接取り出す装置としては、特開平10-29895号公報に開示されたシリコンリボン製造装置がある。

このシリコンリボン製造装置の主要部分は、シリコンの加熱溶解部と、回転冷却体を含む冷却部とで構成されている。

25 図6は、この製造装置によるシリコンリボンの引出方法を示す。すなわち、耐熱材で構成された回転冷却体61の円筒面の一部を、上下可動型るつぼ64内の熔融シリコン63中に浸漬し、回転冷却体61を回転させながら最初はカーボンネット65を利用して引き出すことによって、シリコンリボン62を連続的に取り出す。

この方法によると、シリコンのインゴットをワイヤーソー等によりスライスしてウエハを得る従来のシリコンウエハの製造法よりも、プロセスコストおよび原料費の双方を低減することができる。

この方法を改良した発明として、特開 2 0 0 1 - 1 9 5 9 5 号公報に開示された結晶シート製造装置がある。

図 7 は、この製造装置による結晶シートの引出方法を示す。

回転冷却体 7 1 は、その周面に回転軸の方向に交互に形成された、環状の凸部 7 7 および凹部 7 8 からなる凹凸構造を備えている。

金属あるいは非鉄金属の熔融液 7 3 に、凹部 7 8 の底部に熔融液 7 3 が付着しないように、凸部 7 7 のみ浸漬する。これにより、凸部 7 7 に結晶核が発生して成長し、隣り合った凸部 7 7 から成長した結晶と接触して結晶シート 7 2 が形成される。

この方法によると、凹部 7 8 は熔融液 7 3 に浸漬されないため、回転冷却体 7 1 と結晶シート 7 2 との接着強度が低下し、結晶シート 7 2 は回転冷却体 7 1 から容易に剥離することができる。また、結晶核が凸部 7 7 のみで発生するように制御することができ、比較的大きな結晶粒が得られる。

さらに、回転冷却体 7 1 の凹部 7 8 に先端部が挿入された結晶シート掻取部 7 5 を備えることによって、結晶シート 7 2 は容易かつ連続的に回転冷却体 7 1 から掻き取られて剥離する。

前記の米国特許第 4 2 3 1 7 5 号公報に開示された方法においては、金属を再融解させて液体状態で取り出す必要がある。すなわち、板状金属を直接取り出すことは不可能であり、再融解した金属を再結晶化させる必要がある。そのため、この方法をシリコンリボンの製造に適用した場合は、溶融、凝固殻生成、再溶融および再結晶化等と多数の過程が必要であり、製造電力、時間、コストが大きくなる。また、シリコンリボンの連続製造も不可能である。

前記の特開 2 0 0 1 - 1 9 5 9 5 号公報に開示された結晶シート製造装置においては、円筒型回転冷却体 7 1 上に生成したシリコン凝固殻を取り

出す構成を有し、平面状のシリコンシートを直接引き出すことは不可能である。また、取り出されるシリコンシートが平面状でないため、連続引き出しが困難である。

また、掻取部を延長し、掻取部に沿った平面状の結晶シート 7 2 を引き出す場合においても、結晶成長は円筒型回転冷却体 7 1 上で行われるため、円筒に沿った結晶シート 7 2 を平面に引き伸ばす方法となる。したがって、結晶シート 7 2 を完全に引き伸ばせない場合には、結晶シート 7 2 に湾曲が残り、連続取り出しは不可能となる。さらに、取り出された結晶シート 7 2 は平面状にならない。

さらに、条件の最適化によって結晶シート 7 2 を完全に引き伸ばせた場合でも、結晶シート 7 2 に内部応力が残存するので、結晶シート 7 2 の強度が低下し、引出過程、徐冷却過程において結晶シート 7 2 が破損するおそれがあり、結晶シート 7 2 の安定的な連続製造は困難である。

これらの問題点によって、前記した従来の各技術では、平面状シリコンシートを大量かつ安定的に低コストで連続生産を行うことは困難である。

前記の特開平 1 0 - 2 9 8 9 5 号公報に開示されたシリコンリボン製造装置においては、円筒型の回転冷却体 6 1 上に生成したシリコン凝固殻を、引き出し初期にカーボンシートで引っ張り、引き伸ばすことによって、カーボンネット 6 5 に引き続き、成長した平面状のシリコンリボン 6 2 を連続的に引き出す。

しかし、連続的な引き出しを行う場合、常時、シリコンリボン 6 2 自体で後続のシリコンリボン 6 2 を引っ張ることになり多大な負荷がかかるので、シリコンリボン 6 2 が破損しやすい。この場合、引き出し初期にカーボンシートなどを使用するので、シリコンリボン 6 2 の引き出しを即座に再開することが不可能であり、安定的な連続した引き出しは困難である。

また、回転冷却体 6 1 に成長した結晶を引っ張ることによってシリコンリボン 6 2 を平面状に引き出すため、シリコンリボン 6 2 に内部応力が残存してシリコンリボン 6 2 の強度が低下する。したがって、引出過程また

は徐冷却過程において、シリコンリボン 6 2 が破損するおそれがあり、安定した連続製造は困難であり、シリコンリボン 6 2 から製造される半導体装置の半導体特性は内部応力によって低下する。

さらに、シリコンリボン 6 2 が完全に引き伸ばせない場合には、シリコンリボン 6 2 に湾曲が残り、連続取り出しは不可能であり、取り出したシリコンリボン 6 2 は平面状にならない。

この発明は、このような実情に鑑みてなされたものであり、平面状シリコンシートを大量かつ安定的に低コストで連続生産することのできるシリコンシート製造装置およびそれによるシリコンシートを用いた太陽電池を提供することを目的とする。

発明の開示

この発明によれば、熔融シリコンを収納するための熔融シリコン収納部と、この熔融シリコン収納部の上方に回転可能に配設されかつシリコンシートを表面で固化成長させるための少なくとも 1 つの平坦面を有する回転冷却体とを備え、回転によって熔融シリコンに一旦浸漬された後に熔融シリコンから引き上げられた回転冷却体の平坦面が熔融シリコンに再び浸漬される前にその平坦面に生成したシリコンシートを剥離するとともに、剥離したシリコンシートを回転冷却体の回転による慣性力および／または重力による落下を利用して装置外へ搬出するための剥離・搬出機構が設けられていることを特徴とするシリコンシート製造装置が提供される。

この発明では、回転冷却体が平坦面、すなわち、湾曲のない平面でシリコン結晶リボンを固化成長させるので、湾曲したシリコンシートを平面状に引き延ばすための機構が不要になり、内部応力が残存しないシリコンシートを大量かつ安定的に連続して製造することができる。

この発明のシリコンシート製造装置により製造されるシリコンシートは、別途にスライスする必要がなく、平板型シリコンシートを直接、得ることができる。また、スライスによる損失がないため、低コスト化に寄与する。

なお、この発明におけるシリコンシートとは、回転冷却体の平坦面の大きさおよび形状によってその大きさおよび形状が規定される方形または長方形の板状シリコンを意味する。

5 図面の簡単な説明

図1は、この発明の実施の一形態によるシリコンシート製造装置の構成を説明する図である。

図2は、この発明の実施の他の形態によるシリコンシート製造装置の構成を説明する図である。

10 図3は、図2の剥離部材によるシリコンシートの剥離方法の第1段階を説明する図である。

図4は、図2の剥離部材によるシリコンシートの剥離方法の第2段階を説明する図である。

図5は、図1および図2のシリコンシート製造装置が具備する搬出補助
15 部材の構成を説明する図である。

図6は、従来のシリコンシート製造装置の構成を説明する図である。

図7は、従来のシリコンシート製造装置の他の構成を説明する図である。

発明を実施するための最良の形態

20 添付の図面に従ってこの発明をより詳細に説明する。なお、この発明はこれらによって限定されるものではない。

図1は、この発明のシリコンシート製造装置の構成の第1例を示す。

この発明のシリコンシート製造装置は、例えば、ステンレス鋼等で構成した装置外壁の内部に断熱材を張りめぐらせ、この内部に、例えば、対向
25 配置されたヒーターと、これらのヒーターどうしの中央部に配置された、シリコン溶解用のるつぼ14（熔融シリコン収納部）と、るつぼ14の上方に配置され、軸によって支持された回転冷却体11とを有する。

この回転冷却体11の周面には、シリコンシートの生成部となる複数の

平坦面 1 が形成されており、平坦面 1 を熔融シリコン 1 3 に浸漬すると、平坦面 1 の表面にシリコンシート 1 2 が生成する。

平坦面 1 に生成したシリコンシート 1 2 は、走査型電子顕微鏡による剥離面観察によると、平坦面 1 の表面と固着している領域が、生成されたシリコンシートの面積に対して 5 ～ 10 % であることが分かっている。つまり、シリコンシート 1 2 はその全体が平坦面 1 の表面に固着しているわけではないので、結晶成長後に適切な衝撃を与えると、シリコンシート 1 2 を平坦面 1 から容易に剥離させることが可能である。

また、外的衝撃を与えなくても、回転冷却体 1 1 の回転による微小振動や重力の影響で、回転冷却体 1 1 から剥離して落下するシリコンシートも存在する。

シリコンシート 1 2 を回転冷却体 1 1 から剥離させる際の重力の作用について説明する。

まず、シリコンを成長させる平坦面 1 を最下点にして、この平坦面 1 を熔融シリコン 1 3 に浸漬すると、シリコンシート 1 2 が前記平坦面 1 の表面に成長する。

ここで、回転冷却体 1 1 の最下点にあって熔融シリコン 1 3 に浸漬される平坦面 1 の位置を 0 度とすると、0 度の位置から、回転冷却体 1 1 は回転し、シリコンシート 1 2 は回転冷却体 1 1 とともに回転する。回転冷却体 1 1 が 360 度回転すると、最下点にあった前記の平坦面 1 は、再び熔融シリコン 1 3 に浸漬されるので、360 度回転する前にこの平坦面 1 からシリコンシート 1 2 を取り出す必要がある。

上記したように、回転冷却体 1 1 の回転による微小振動によってシリコンシート 1 2 を剥離する際、シリコンシート 1 2 が 0 度～90 度の位置（回転冷却体 1 1 の回転が 4 分の 1 周以下）で剥離した場合は、シリコンシート 1 2 は平坦面 1 よりも下方に位置するので、重力によって直ちに落下する。このシリコンシート 1 2 を回収する手段として、樋部材 1 7 を設置する必要がある。

また、0度～180度以内の位置で落下しないシリコンシート12は、平坦面1に載ったまま回転する。特に、回転冷却体11の回転による微小振動だけでは回転冷却体11から剥離しないシリコンシート12は、上記したように、衝撃発生部材15による衝撃を与えて剥離する必要がある。

- 5 シリコンシート12を回転による慣性力および重力による落下を利用して剥離し取り出すためには、シリコンシート12を剥離した後も、装置外へ搬出するための樋部材16を設置した位置まで、シリコンシート12を回転冷却体11の上に載った状態で移動する必要がある。

- 10 衝撃発生部材15を用いて、0度～90度以内の位置でシリコンシート12が剥離した場合は、シリコンシート12はそのシリコンシート生成部となった平坦面1よりも下方に位置するので、シリコンシート12は即座に落下する。したがって、シリコンシート12は樋部材17を用いて取り出すことが可能であるが、この場合は樋部材17と衝撃発生部材15とが接近する構造となる。

- 15 シリコンシート12が90度～180度の位置で剥離した場合は、シリコンシート12は平坦面1に載った状態であり、また回転による慣性力の方向と重力の方向とが逆になるので、シリコンシート12は平坦面1から落下せずに、平坦面1に載ったまま最上点へ移動する。つまり、この場合は最上点である180度の位置で剥離した場合と同等の結果となる。

- 20 180度～270度の位置でシリコンシート12が剥離した場合は、シリコンシート12と平坦面1の表面との静止摩擦力よりも慣性力または重力が大きいと、その時点でシリコンシート12は平坦面1を離れて落下する。これに対して、慣性力または重力よりも静止摩擦力が大きいと、シリコンシート12は、最大270度の位置まで回転冷却体11に載ったまま移動し、270度の位置まで移動した時点で静止摩擦係数の大きさに関わらず真下に落下する。

つまり、90度～270度の位置範囲でシリコンシート12に衝撃を与えて剥離した場合、静止摩擦力と慣性力または重力との関係に関わらず、

シリコンシート 12 は 180 度～270 度の位置範囲で回転冷却体 11 から分離して落下することになる。

270 度～360 度の位置でシリコンシート 12 が剥離した場合は、0 度～90 度の位置でシリコンシート 12 が剥離した場合と同様に、シリコンシート 12 がその平坦面 1 よりも下方に位置するので、シリコンシート 12 は即座に落下する。したがって、この場合は、樋部材 16 を剥離位置の真下に設置する必要がある、また、樋部材 16 と衝撃発生部材 15 とが接近して配置される。

装置の構成上、剥離のために衝撃を与える衝撃発生装置 15 と、落下したシリコンシートを搬出する樋部材 16 とを接近させることは困難であるので、衝撃を与えてシリコンシート 12 を剥離する位置は 90 度～270 度の範囲に設定することが望ましい。

また、上記の理由から、樋部材 16 は、180 度～270 度の位置範囲に移動した平坦面 1 からシリコンシート 12 が分離し落下する軌道の下方に設置することが望ましい。

図 1 では、一方の樋部材 17 を 60 度の位置で回転冷却体 11 に接近させて設置し、衝撃発生部材 15 をその衝撃がシリコンシート面に対して垂直方向に与えられるように最上点である 180 度の上方位置に設置し、他方の樋部材 16 を 270 度の位置で回転冷却体 11 に接近させて設置した場合を示す。

衝撃発生部材 15 の構成は、特に限定されないが、固体物質をシリコンシート 12 の表面に適切な力で押し当てる物理的衝撃発生手段がもっとも簡単で好ましい。

一方、剥離部材をシリコンシート 12 の進行方向の前端側の 1 辺（回転方向上流側の端部）に接触させることによってシリコンシート 12 を剥離する方法も、可動部が存在しない点から有効な手段と考えられる。

シリコンシート 12 の端部に、シリコンシート面に対して平行な方向へ衝撃を与える場合、その衝撃力は、上記のシリコンシート表面への垂直な

衝撃力に対して、はるかに小さい力で足りることが容易に予想できる。また、シリコンシート 1 2 が破壊される衝撃力の上限もはるかに大きい。

- ただし、平行方向に衝撃を与える場合、回転冷却体 1 1 には接触せずにシリコンシート 1 2 にだけ衝撃を与える必要がある。すなわち、シリコン
- 5 シート 1 2 の厚みを構成する側面部分にのみ衝撃を与える必要がある。

図 2 は、この発明のシリコンシート製造装置の構成の第 2 例を示す。

この例示のシリコンシート製造装置は、剥離部材を用いて平行方向に衝撃を与えるために、回転冷却体 2 1 の回転を利用する。

- 平坦面 1 は、湾曲のない平坦な表面からなるので、平坦面 1 の表面に形成されシリコンシート 1 2 は湾曲のない平坦な表面を有し、平坦面 1 上の
- 10 シリコンシート 2 2 の進行方向の前端（先端）および後端（末端）の辺 2 2 a、2 2 b は、シリコンシート 1 2 の他の部位よりも回転半径が大きい。したがって、シリコンシート 2 2 の剥離を促すための鋭角状剥離部材 2 5 を、下地である回転冷却体 2 1 の平坦面 1 の端には接触することなくシリ
- 15 コンシート 2 2 の進行方向前端側（回転方向上流側）の 1 辺 2 2 a にのみ接触するよう固定しておけば、剥離部材 2 5 によってシリコンシート 2 2 の剥離が効果的に行われる。すなわち、剥離部材 2 5 の剥離用先端は、シリコンシート 2 2 を生成する回転冷却体 2 1 の平坦面 1 における進行方向前端側の角部が通る最大回転半径の円軌道と、そこからシリコンシート 2
- 20 2 の厚さ分だけ外側に位置する円軌道との間に設置する必要がある。

図 3 は、その剥離部材 2 5 とシリコンシート 2 2 とが接触する直前の状態を示す。剥離部材 2 5 の剥離用先端は、シリコンシート 2 2 を生成する平坦面 1 の進行方向前端側の角部（稜線）3 0 が通る最大回転半径の円軌道 3 1 よりもやや外側に設置されている。

- 25 図 3 に示すように、シリコンシート 2 2 の進行方向前端側における辺 2 2 a 以外の部位は、軌道 3 1 よりも内側を通ることがわかる。

図 4 は、回転冷却体 2 1 が図 3 の状態からさらに回転して、剥離部材 2 5 とシリコンシート 2 2 とが接触した直後の状態を示す。

図4において、回転冷却体21は剥離部材25とは一切接触しない。シリコンシート22は、その進行方向前端側の1辺22aのみが剥離部材25と接触し、平坦面1から剥離して樋部材26へ滑り落ちた後に搬出される構造となっている。

- 5 図2におけるシリコンシート22の厚さは、熔融シリコン23などの温度条件、回転冷却体21の回転数や冷却条件などによって異なるが、通常の太陽電池用として用いる場合、数100 μ mであるので、剥離部材25を数100 μ mの精度で設置することが可能である。

- 10 また、剥離部材25を設置する位置は、上記のシリコンシート22の表面に衝撃を与える場合とほぼ同様の考え方に基づいて設定できる。上記した場合と同様に、回転冷却体11の最下点にあつて熔融シリコン13に浸漬される平坦面1の位置を0度とすると、回転冷却体11が360度回転して再び熔融シリコン23に浸漬する前にシリコンシート22を取り出す必要がある。

- 15 剥離部材25が衝撃発生部材15と異なる点は、剥離部材25によって平坦面1から剥離されたシリコンシート22が、回転冷却体21に載ったまま移動することなく、剥離部材25の設置位置に関わらず剥離部材25の設置位置で即座に平坦面1から分離できることにある。

- 20 剥離部材25を0度～180度の位置に設置した場合は、シリコンシート22は、回転冷却体21の回転方向と逆方向に反転しながら回転冷却体21から分離して落下することになる。このため、樋部材28にシリコンシート22が滑り落ち、取り出すことが可能である。ただし、剥離位置と樋部材28との距離が大きいほど、落下による衝撃は大きくなる。

- 25 落下による衝撃緩和と装置の簡略化を図るためには、剥離部材25と樋部材26を接近させるか、もしくは一体化することが望ましい。剥離部材25を180度～270度の位置に設置する場合、特に剥離部材25と樋部材26とを一体化して設置する構造においては、シリコンシート22は剥離後、回転冷却体21から分離してスムーズに樋部材26へ滑り落ちる

ことになる。また、剥離のための衝撃を与えるのに際し、回転冷却体 2 1 の回転以外の特別な可動部材を必要としないので、装置の単純化に寄与し、また装置の耐久性およびメンテナンス性が向上する。

上記の第 1 例および第 2 例はともに、樋部材を装置構成の単純化のため
5 に、シリコンシートの自重を利用して搬出できる構造にすることが望ましい。すなわち、回転動力機構などによる強制搬送ではなく、シリコンシートが樋部材との摩擦に抗して自重落下する角度以上に樋部材を傾斜させ、シリコンシートが樋部材上を自重によって滑り落ちて装置外へ搬出される構造にするのが望ましい。

10 また、ローラーなどの搬出補助部材を付加することによって、シリコンシートをより効率的に搬出することも可能である。

以下、この発明の実施の形態に基づく実施例を説明する。なお、この発明はこれらによって限定されるものではない。

実施例 1

15 実施例 1 は、シリコンシートを生成する回転冷却体の平坦面および平面状シリコンシートに対して垂直方向から衝撃を与えてシリコンシートを平坦面から剥離する方法が用いられた例である。

実施例 1 に係るシリコンシート製造装置は、図 1 に示すように、角型るつぼ 1 4、このるつぼ 1 4 に供給されたシリコンを溶融するための加熱ヒーター、シリコンシート生成部となる複数の平坦面 1 が形成された回転冷却体 1 1、この回転冷却体 1 1 を回転可能に支持する回転軸（図示せず）、シリコンシート 1 2 を剥離するために衝撃を与える衝撃発生部材 1 5、剥離したシリコンシート 1 2 を装置の外へ搬出する 2 つの樋部材 1 6、1 7 で構成されている。

25 これらの構成要素は、図示しない断熱材を有する外壁を備えた直方体状の装置本体内に収納されている。装置本体は、内部を、例えばアルゴンガスの雰囲気中に保持することができるようシールが施されている。

回転冷却体 1 1 の表面に生成したシリコンシート 1 2 のうち、回転冷却

体 1 1 の回転による微小振動で剥離するものは、一方の樋部材 1 7 によって搬出される。

回転冷却体 1 1 は、中空構造となっており、内部に気体または液体の冷却媒体を通すことによって冷却を行う。

- 5 回転冷却体 1 1 の回転による微小振動で剥離しないシリコンシート 1 2 を剥離するための衝撃を与える方法は、回転冷却体 1 1 の回転に同期させながら、規定の衝撃力をすべての平坦面 1 上のシリコンシート 1 2 に対して与えることができる機構であれば、特に限定されない。

- 本実施例では、カーボンを材料とする棒等の打撃部材を紐等で回転冷却
10 体 1 1 の真上に吊し、回転冷却体 1 1 の回転に同期させてシリコンシート 1 2 が最上点に到達すると同時に、前記打撃部材を落下させて、平坦面 1 上のシリコンシート 1 2 の全体に衝撃を与える衝撃発生部材 1 5 とした。打撃部材の自重落下による衝撃を与える位置は、回転冷却体 1 1 の最下点を 0 度としたときの 1 8 0 度（最上点）の位置となり、この位置において、
15 シリコンシート 1 2 の表面には垂直方向の衝撃が与えられる。

- この発明においては、回転冷却体 1 1 の回転駆動源にパルスモータを使用することにより、回転冷却体 1 1 の回転の状態（回転角度）はパルスモータから発信されるパルス信号の読み込みに基づいて把握できるので、各平坦面 1 が 1 8 0 度（最上点）の位置に到達するタイミングを把握して衝
20 撃発生部材 1 5 を駆動することが可能である。

- 具体的には、打撃部材に接続された紐の他端を、モータの回転軸に取り付けられたリールに固定し、上記回転軸の正・逆回転でリールによる紐の巻き取りおよび開放を行う。上記回転軸の正・逆回転は、回転冷却体 1 1 の回転と同期させる。すなわち、各平坦面 1 が 1 8 0 度（最上点）の位置
25 に到達した時点で、リールに巻き取られた紐を開放して打撃部材を平坦面 1 上のシリコンシート 1 2 に自重落下させる。

衝撃発生部材 1 5 としては、上記のような打撃部材を自重落下させる構成に限定されることはなく、回転軸とギアなどで連動した軸を直進運動に

変換することによって略完全に同期させることが可能であり、衝撃を与えるシリコンシート 12 上の位置および打撃角度は任意に設定することが可能である。

5 打撃部材の材料に関しては、本実施例ではカーボン棒としたが、装置内の温度に耐え、かつシリコンへの汚染の影響が少ない材料であれば、特に限定されるものではない。

特に、カーボンに SiC などをコートした部材などのように、シリコンよりも硬い部材により、もしくはシリコンよりも硬い材料をコートした部材により、耐久性を向上させることも有効であり、カーボン粉などによる
10 汚染防止の効果も得られる。

また、打撃部材の形状も規定の衝撃力を与えられる形状であれば、特に限定されるものではないが、衝撃力の一点集中を防ぐためにも打撃部材の打撃面は、曲率半径が大きい曲面形状あるいは平坦面形状からなることが好ましい。

15 また、複数の打撃部材を備え、これらの打撃による衝撃を、同時にシリコンシート表面の複数箇所へ与えるように構成してもよい。この場合、衝撃力の集中が緩和できる。

剥離したシリコンシート 12 を搬出する樋部材 16、17 は、シリコンシート 12 が自重により滑り落ちる板状の滑走面を有する構造が好ましい。

20 図 5 に示すように、シリコンシート 12 が樋部材 16、17 から外れて横方向へ落下するのを防ぐために、樋部材 16、17 の側部に搬出補助部材としての落下防止用ガイド 54 を設置するのが好ましい。

また、図 5 に示すように、シリコンシート 12 の自重による滑りをより促進するために、搬出補助部材としてのローラー 53 を滑走面に設置する
25 のが好ましい。

本実施例では、搬出補助部材としてこのようなガイド 54 およびローラー 53 を備えた樋部材 51 を、60 度と 270 度の双方の位置に設置した。

樋部材 51 の設置角度（傾斜角度）は、水平に対して 30 度下方へ傾け、

シリコンシート 1 2 が自重で装置外へ搬出される構造とした。

樋部材 5 1 の設置位置に関しては、装置の構成や、シリコンシート 1 2 が回転冷却体 1 1 から分離、落下する位置などを考慮する必要がある。設置角度に関しては、樋部材 5 1 の材料とシリコンシート 1 2 との摩擦など
5 から、シリコンシート 1 2 が自重により滑り落ちる条件内に設定する必要がある。

樋部材 5 1 (1 6、1 7) の表面形態に関しては、シリコンシート 1 2 との摩擦力を低減するために、なるべく表面が平滑なものを選ぶことが好ましい。

10 このような材料として、例えば、シリコンシート 1 2 よりも柔らかい材質のものを選んだ場合は、シリコンシート 1 2 が樋部材 1 6、1 7 に滑り落ちた際の衝撃を緩和することができ、シリコンシート 1 2 の破壊を防止できるが、耐久性は低下する。SiC コートのように硬い材料を選んだ場合でも、設置角度や設置位置を考慮することによって、シリコンシート 1
15 2 が破壊されない構造とすることが可能である。

回転冷却体 1 1 は、シリコンシートを生成する平坦面 1 以外は、溶融シリコン 2 3 に浸漬されない構造が好ましい。なお、もっとも単純な回転冷却体の構造は横断面形状が多角柱となる構造であるが、この場合は、隣接する平坦面 1 どうしが互いに辺を介して連続するため、隣り合うシリコン
20 シート 1 2 どうしが一体化するおそれがある。

そこで、この発明では、図 1 に示すように、多角柱の頂点を内側へカットした歯車型回転冷却体 1 1 を適用した。この構造では、平坦面 1 がこの多角柱の側面に構成されるので、平坦面 1 どうしは不連続な衝撃に関して
も一定時間間隔で連続して衝撃を与える単純な構造とすることができる。

25 前記の装置を用いて、シリコンシート 1 2 を製造する方法の一例を説明する。

まず、固体状シリコンを充填したるつぼ 1 4 をヒーターによって加熱し、シリコンを溶融させた。次に、るつぼ 1 4 を上昇させ、図 1 のように、回

転冷却体 1 1 の平坦面 1 を溶融シリコン 1 3 中に浸漬し、回転冷却体 1 1 を回転させた。

これにより、歯車型回転冷却体 1 1 のすべての平坦面 1 に略同一のシリコンシート 1 2 が生成された。衝撃発生部材 1 5 は、平面状のシリコンシート 1 2 が最上点の平坦面 1 上で水平になった瞬間に、垂直に落下してシリコンシート 1 2 に衝撃を与えるように、一定時間間隔で落下および上昇を繰り返すように制御した。

このようにしてシリコンシート 1 2 を成長させ、装置の覗き孔から確認したところ、シリコンシートのうちの約 30% は 0 度～180 度の位置で振動により平坦面 1 から落下し、一方の樋部材 1 7 を滑り落ちて装置外へ搬出され回収された。

残りの約 70% のシリコンシートは、すべて最上点（180 度の位置）で平坦面 1 から剥離し、次いでこの平坦面 1 から分離して他方の樋部材 1 6 へ滑り落ちた後、装置外へ搬出され回収された。

回収されたシリコンシート 1 2 は、平滑な表面を有するとともに厚さが均一であり（平均厚さ約 270 μm ）、安定的な連続した結晶成長で形成された柱状シリコンシートとなった。

実施例 2

実施例 2 は、シリコンシートを生成する回転冷却体の平坦面および平面状シリコンシートに対して平行する方向から衝撃を与えてシリコンシートを平坦面から剥離する方法が用いられた例である。

実施例 2 に係るシリコンシート製造装置は、図 2 に示すように、実施例 1 とほぼ同等の構成からなるが、実施例 1 と異なる点は、平面状シリコンシート 2 2 の表面に衝撃を与える衝撃発生部材 1 5 が削除されたこと、および回転冷却体 2 1 の最下点 0 度に対して 270 度の位置にシリコンシート 2 2 を剥離するための鋭角状剥離部材 2 5 が設けられ、この剥離部材 2 5 がシリコンシート搬出用樋部材 2 6 と一体化されて形成されたことである。

図 3 を用いて剥離部材 2 5 を説明する。

剥離部材 2 5 には、先端を鋭角加工したカーボンを使用した。この剥離部材 2 5 は、回転冷却体 2 1 の最下点となる 0 度の位置に対して 2 7 0 度となる位置における平坦面 1 の角部 3 0 が作る円軌道 3 1 に対する接線と
5 平行に、かつ、円軌道 3 1 から 1 0 0 μ m 外側に離れた位置に設置した。これにより、厚さ 1 0 0 μ m 以上のシリコンシート 2 2 を平坦面 1 から剥離できることになる。

剥離部材 2 5 は、水平に対し 3 0 度傾けた樋部材 2 6 の先端部と一体化されることにより、装置部材の簡略化が図られた。

10 図 2 に示した、剥離したシリコンシート 2 2 を搬出する樋部材 2 6、2 8 は、実施例 1 と同様に、ガイド 5 4、ローラー 5 3 を備えた部材とした。樋部材 2 6、2 8 の設置位置、角度、表面形態および材質等に関しても、実施例 1 と同様に設定できる。

回転冷却体 2 1 は、実施例 1 と同様に、多角柱の頂点を内側へカットした歯車型冷却体を用いた。特に、剥離部材 2 5 を使用する場合は、隣接するシリコンシート 2 2 どうしが一体化していると、シリコンシート 2 2 の進行方向前端側の 1 辺 2 2 a に剥離部材 2 5 を接触させ、平面状シリコンシート 2 2 に対して平行する方向に衝撃を与えることが困難となるので、
15 回転冷却体 2 1 のような歯車型の構造が望ましい。

20 この例における装置構成では、回転冷却体 2 1 と同期して可動する衝撃発生部材 1 5 等の部材が存在しないので、回転冷却体 2 1 に形成された平坦面 1 は周期的に連続した構造でなくてもよく、隣接する平坦面 1 どうしの間隔および各平坦面 1 の大きさは異なってもよい。

前記の装置を用いて、シリコンシート 2 2 を製造する方法の一例を説明
25 する。まず、固体状シリコンを充填したるつぼ 2 4 をヒーターによって加熱し、シリコンを溶融させた。次に、るつぼ 2 4 を上昇させ、図 2 に示すように、歯車型回転冷却体 2 1 の平坦面 1 を溶融シリコン 2 3 中に浸漬し、回転冷却体 2 1 を回転させた。これにより、歯車型回転冷却体 2 1 のすべ

ての平坦面 1 に略同一のシリコンシート 2 2 が生成された。

このようにしてシリコンシート 2 2 を成長させ、装置の覗き孔から確認したところ、シリコンシート 2 2 のうちの約 3 0 % は 0 度 ~ 1 8 0 度の位置で振動により平坦面 1 から落下し、一方の樋部材 2 8 を滑り落ちて装置
5 外へ搬出され回収された。

残りの約 7 0 % のシリコンシートは、すべて剥離部材 2 5 と接触して平坦面 1 から剥離し、次いで回転冷却体 2 1 から分離して他方の樋部材 2 6 へ滑り落ちた後、装置外へ搬出され回収された。

回収されたシリコンシート 1 2 は、実施例 1 と同様に、平滑な表面を有
10 するとともに厚さが均一であり（平均厚さ約 2 7 0 μm ）、安定的な連続した結晶成長で形成された柱状シリコンシートとなった。

比較例 1

比較例 1 は、従来技術により製造されたシリコンシートと、この発明のシリコンシート製造装置を用いて製造されたシリコンシートとの比較を行
15 った。

従来技術によるシリコンシートの製造は、図 7 に示したように、周面に凹凸構造を備えた回転冷却体を有するシリコンシート製造装置を用いて行った。

図 7 に示すシリコンシート製造装置は、実施例 1 とほぼ同様の構成を有
20 するが、実施例 1 の装置と異なる点は、回転冷却体 7 1 が円筒型であり、その円筒の周面に凸部 7 7 および凹部 7 8 を備えていることと、凹部 7 8 に先端部が挿入されたシリコンシート掻取部 7 5 を備えていることである。凸部 7 7 および凹部 7 8 は、回転冷却体 7 1 の周面に、回転軸と直交する方向に交互にかつ平行に形成されている。

25 上記の装置を用いて、シリコンシートを製造する方法の一例を説明する。

まず、固体状シリコンを充填したるつぼ 7 4 をヒーターによって加熱し、シリコンを溶融した。次に、るつぼ 7 4 を上昇させ、図 7 に示すように、回転冷却体 7 1 の凸部 7 7 のみを溶融シリコン 7 3 中に浸漬し、回転冷却

体 7 1 を回転させた。これにより、シリコンシート 7 2 は、円筒型冷却体 7 1 の凸部 7 7 のみで結晶核を生成し、この核を起点にして結晶が成長した。

さらに、シリコン融液 7 3 は、隣り合う凸部 7 7 から成長する結晶と接触することによって、凹部 7 8 には接触せず、回転冷却体 7 1 との間に空洞を有するシリコンシート 7 2 が生成された。また、凹部 7 8、すなわちシリコンシート 7 2 と回転冷却体 7 1 との間の空洞部に、先端部を挿入したシリコンシート掻取部 7 5 が設置されているので、シリコンシート 7 2 は円筒形状から平面形状へ強制的に変形させられ、シリコンシート掻取部 7 5 に沿うように装置外へ搬出された。

シリコンシート 7 2 を成長させる工程を覗き孔から確認したところ、シリコンシート 7 2 は数分に一度、掻取部 7 5 に沿う領域で破損した。これは、シリコンシート 7 2 内に湾曲を完全に引き伸ばせない部分が存在し、シリコンシート 7 2 の直線的な搬出が阻まれたためである。

搬出されたシリコンシート 7 2 は、凸部 7 7 に相当する部分で厚く成長し、凹部 7 8 に相当する部分で薄く成長していた。また、シリコンシート 7 2 の平均厚さは凸部 7 7 で約 250 μm 、凹部 7 8 で約 200 μm であった。

実施例 3

実施例 1 および 2 ならびに比較例 1 で製造されたシリコンシートを用いて、太陽電池を作製した。

太陽電池作製の手順は、シリコンシート試料の洗浄、テクスチャエッチング、拡散層形成、酸化膜除去、反射防止膜形成、バックエッチ、裏面電極形成および受光面電極形成の各工程からなる公知の方法である。上記試料の各工程間の受け渡しは、基本的に、自動搬送機構により行った。

実施例 1 および実施例 2 によるシリコンシートは、前記の各工程間ですべての自動搬送を行うことができたが、比較例 1 によるシリコンシートに関しては、生成されたシリコンシートに湾曲が残るとともに、表面に凹凸

が生じたので、自動搬送機構を用いて次の工程へ搬送できないシリコンシートが生じた。

次に、実施例 1 および 2 ならびに比較例 1 で作製された太陽電池の特性をソーラーシミュレータによって測定した結果を表 1 に示す。

5 表 1

	短絡電流密度 (mA/cm ²)	開放電圧 (mV)	最大電力 (mW/cm ²)	曲線因子	変換効率 (%)
実施例 1	27	580	12	0.77	12
実施例 2	27	580	12	0.77	12
10 比較例 1	25	580	10	0.69	10

表 1 から明らかなように、実施例 1 および実施例 2 による太陽電池の短絡電流密度はいずれも 27 mA/cm² であり、比較例 1 の 25 mA/cm² よりも大きい。これは、内部応力がシリコンシート内に残留するた
 15 めの歪みによる欠陥が原因であると考えられる。

曲線因子については、比較例 1 では内部応力がシリコンシート内に残留するための歪みによる欠陥の影響で大幅に低減している。

変換効率 (%) については、比較例 1 では 10 % であるのに対し、実施例 1 および実施例 2 ではいずれも 12 % と大幅に改善された。

20 以上の説明から明らかなように、実施例 1 に係るシリコンシート製造装置によれば、回転冷却体 11 の平坦面 1 にシリコンを成長させることで、内部応力のない平面状シリコンシートを得ることができ、また、連続して安定的にシリコンシートを取り出すことが可能となる。

25 取り出されたシリコンシートは、その表面が平滑で、厚さが均一であるため、研磨工程やスライス工程がなくてもシリコンウエハを形成することができる。

また、スライスロスがないので、低コストのシリコンウエハを提供することができる。

実施例 2 に係るシリコンシート製造装置によれば、内部応力のない平面状シリコンシートを得ることができ、また、連続して安定的にシリコンシートを取り出すことが可能となる。

また、実施例 2 では、実施例 1 における、シリコンシートを剥離するための機械的可動部（衝撃発生部材 1 5）が配設されていないので、剥離動作を回転冷却体 2 1 に同期させる必要がなく、装置を簡略化できる。したがって、装置の低コスト化、耐久性およびメンテナンス性の向上が図れる。

この発明では、回転冷却体が平坦面、すなわち、湾曲のない平面でシリコン結晶リボンを固化成長させるので、湾曲したシリコンシートを平面状に引き延ばすための機構が不要になり、内部応力が残存しないシリコンシートを大量かつ安定的に低コストで連続して製造することができる。

製造されたシリコンシートは、その表面が平滑で、厚さが均一であるため、研磨工程やスライス工程がなくてもシリコンウエハを形成することができるので、低コストのシリコンウエハを提供することができる。

剥離・搬出機構が衝撃発生部材を備えているので、シリコンシートを回転冷却体の表面から容易に剥離することが可能になる。

剥離・搬出機構が鋭角状剥離部材を備えているので、剥離部材に機械的可動部が存在しないので、剥離動作を回転冷却体の回転に同期させる機構が省略される。したがって、装置の簡略化および低コスト化が図れるとともに、耐久性およびメンテナンス性が向上する。

剥離・搬出機構は、90度から270度の位置範囲でシリコンシートを剥離するので、シリコンシートを確実に装置外に搬出することができる。

剥離・搬出機構が搬出用樋部材を備えているので、簡単な構成でシリコンシートを装置外へ搬出することが可能になる。

樋部材は、平坦面から剥離されたシリコンシートがその樋部材との摩擦力に抗して自重により滑り落ちることのできる角度に傾斜して配設されているので、シリコンシートの自重を利用した自然搬出が可能となる。したがって、回転動力機構などの複雑な機構を要する強制搬送手段が不要にな

り、装置構成の単純化を図ることができる。

剥離・搬出機構が樋部材に加えて搬出補助部材を備えているので、シリコンシートの自重による滑りをさらに促進することが可能になる。

5 樋部材が剥離部材と一体化されているので、装置部材をさらに簡略化することができる。

剥離部材と一体化された樋部材を用いて180度から270度の位置範囲でシリコンシートの回転方向上流側の端部に接触することによってシリコンシートを剥離するので、回転冷却体から分離したシリコンシートをスムーズに搬出用樋部材へ滑り落とすことができる。

10 また、剥離のための衝撃を与えるのに際し、回転冷却体の回転以外の特別な可動部材を必要としないので、装置の単純化に寄与するとともに、装置の耐久性およびメンテナンス性が向上する。

この発明のシリコンシート製造装置を用いて製造される太陽電池は、従来のシリコンシート製造装置により製造したシリコンシートを用いる太陽電池に比べて、短絡電流密度、曲線因子が大きくなるので、変換効率を向上させつつ、製造コストを低減することができる。

15

請 求 の 範 囲

1. 溶融シリコンを収納するための溶融シリコン収納部と、この溶融シリ
5 コン収納部の上方に回転可能に配設されかつシリコンシートを表面で固化
成長させるための少なくとも1つの平坦面を有する回転冷却体とを備え、
回転によって溶融シリコンに一旦浸漬された後に溶融シリコンから引き
上げられた回転冷却体の平坦面が溶融シリコンに再び浸漬される前にその
平坦面に生成したシリコンシートを剥離するとともに、剥離したシリコン
10 シートを回転冷却体の回転による慣性力および／または重力による落下を
利用して装置外へ搬出するための剥離・搬出機構が設けられていることを
特徴とするシリコンシート製造装置。
2. 剥離・搬出機構が、回転冷却体に物理的衝撃を与えることによってシ
リコンシートを剥離するための衝撃発生部材を備えていることを特徴とす
15 る請求項1に記載のシリコンシート製造装置。
3. 剥離・搬出機構が、回転冷却体の平坦面に生成したシリコンシートの
回転方向上流側の端部に接触することによってシリコンシートを剥離する
ための鋭角状剥離部材を備えていることを特徴とする請求項1または2に
記載のシリコンシート製造装置。
- 20 4. 剥離・搬出機構は、回転冷却体の最下点にあつて溶融シリコンに浸漬
される平坦面の位置を0度とし、0度の位置から回転冷却体が1回転した
位置を360度とした場合に、90度から270度の位置範囲でシリコン
シートを剥離することを特徴とする請求項1～3のいずれか1つに記載の
シリコンシート製造装置。
- 25 5. 剥離・搬出機構が、平坦面から剥離されたシリコンシートを受けて装
置外へ搬出するための搬出用樋部材を備えていることを特徴とする請求項
1～4のいずれか1つに記載のシリコンシート製造装置。
6. 樋部材は、平坦面から剥離されたシリコンシートがその樋部材との摩

擦力に抗して自重により滑り落ちることのできる角度に傾斜して配設されていることを特徴とする請求項 5 に記載のシリコンシート製造装置。

7. 剥離・搬出機構が、樋部材に加えて、シリコンシートの搬出を補助するための搬出補助部材を備えていることを特徴とする請求項 5 または 6 に記載のシリコンシート製造装置。

8. 樋部材が、請求項 3 に記載の鋭角状剥離部材と一体化されていることを特徴とする請求項 5 ～ 7 のいずれか 1 つに記載のシリコンシート製造装置。

9. 鋭角状剥離部材は、回転冷却体の最下点にあって溶融シリコンに浸漬される平坦面の位置を 0 度とし、0 度の位置から回転冷却体が 1 回転した位置を 360 度とした場合に、180 度から 270 度の位置範囲でシリコンシートの回転方向上流側の端部に接触することによってシリコンシートを剥離することを特徴とする請求項 8 に記載のシリコンシート製造装置。

10. 回転冷却体が、多角柱の頂点を内側へカットした歯車型回転体からなり、平坦面がこの多角柱の側面に構成されてなる請求項 1 に記載のシリコンシート製造装置。

11. 請求項 1 ～ 10 のいずれか 1 つに記載のシリコンシート製造装置によるシリコンシートを用いて製造された太陽電池。

図 1

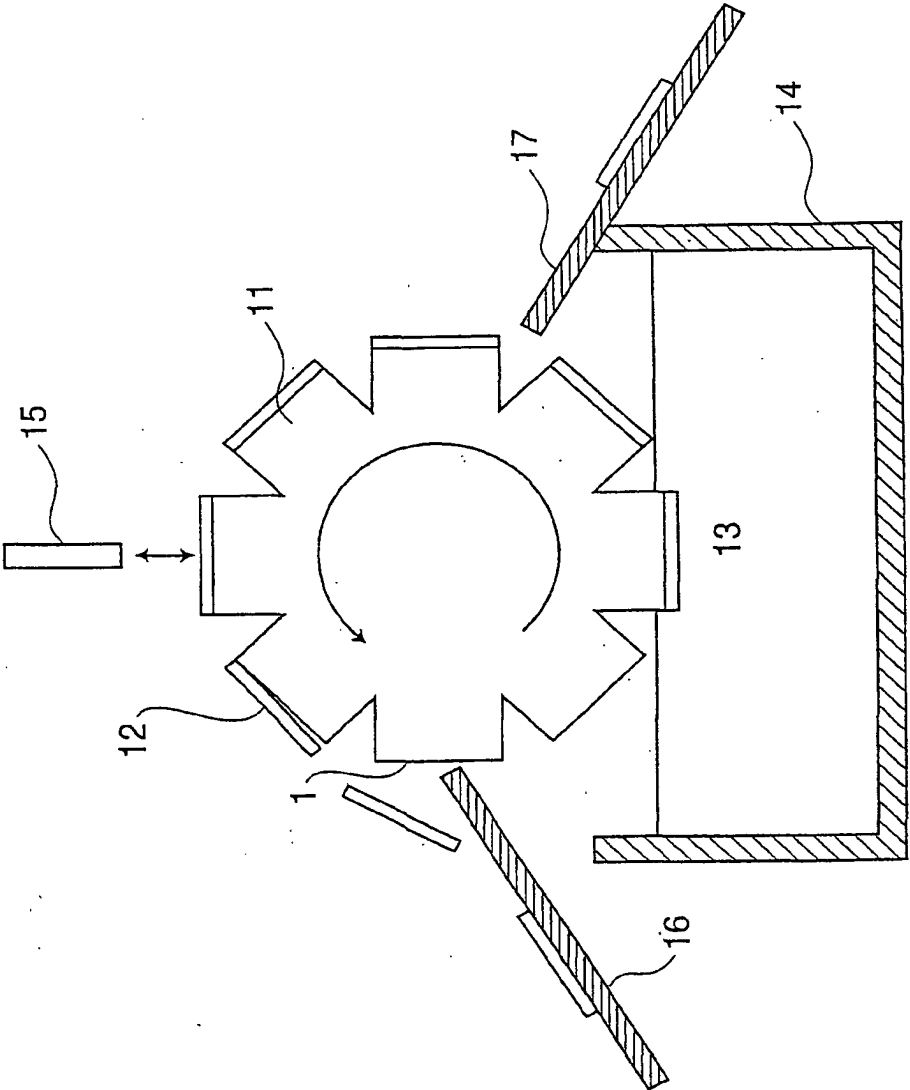


図 2

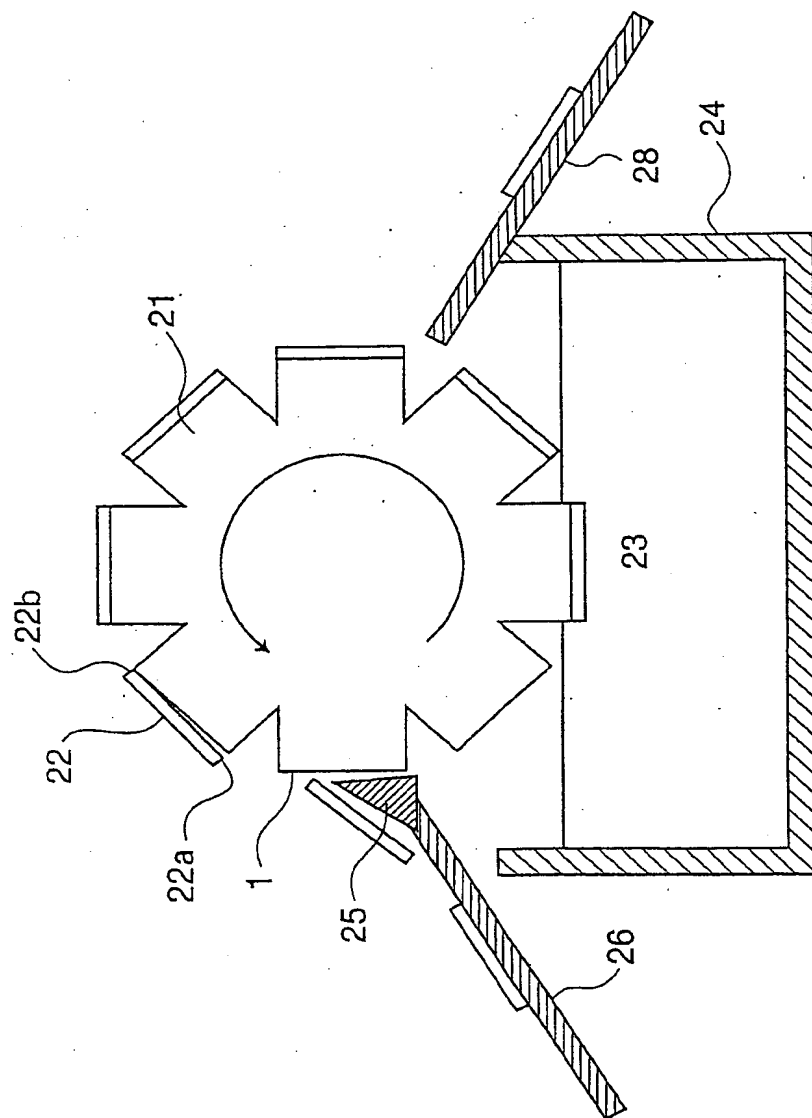


図 3

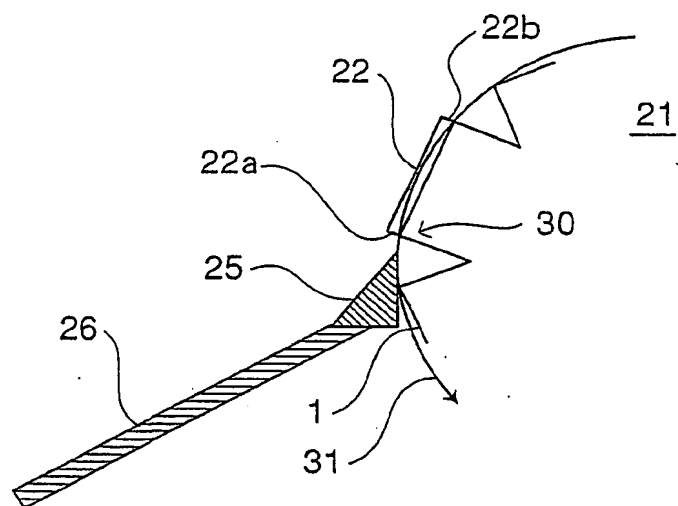


図 4

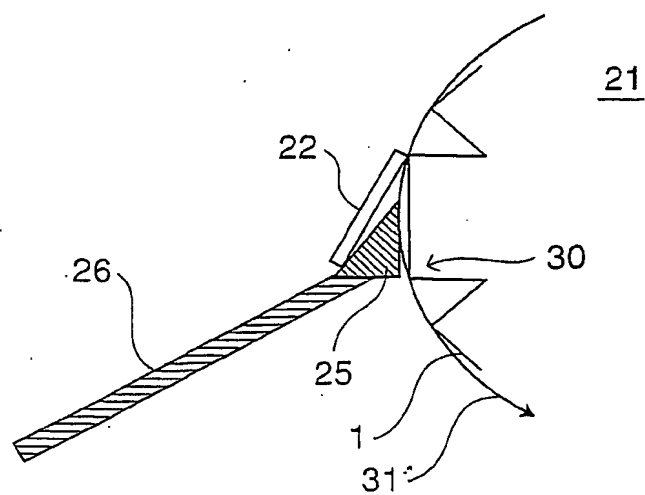


図 5

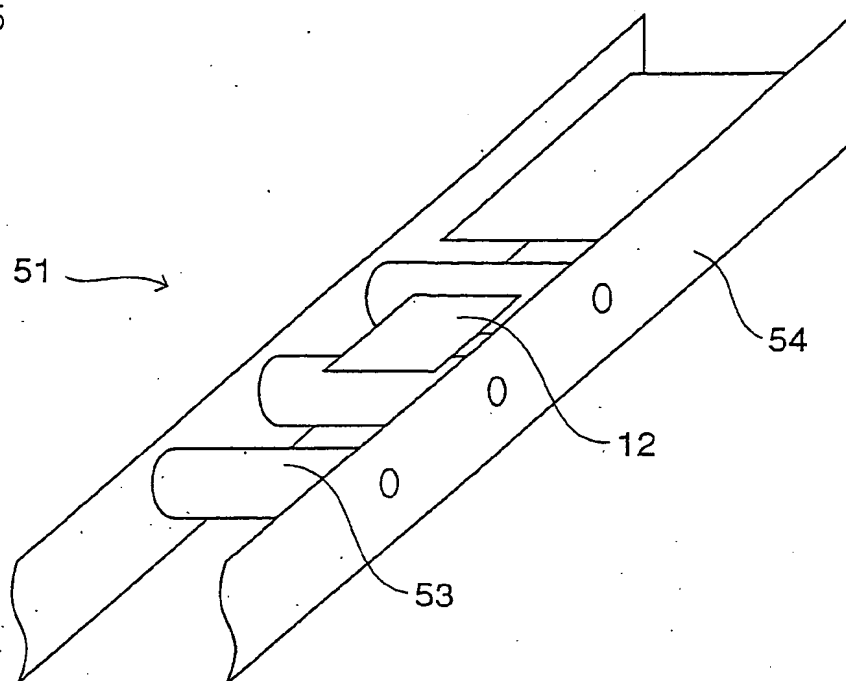


図 6

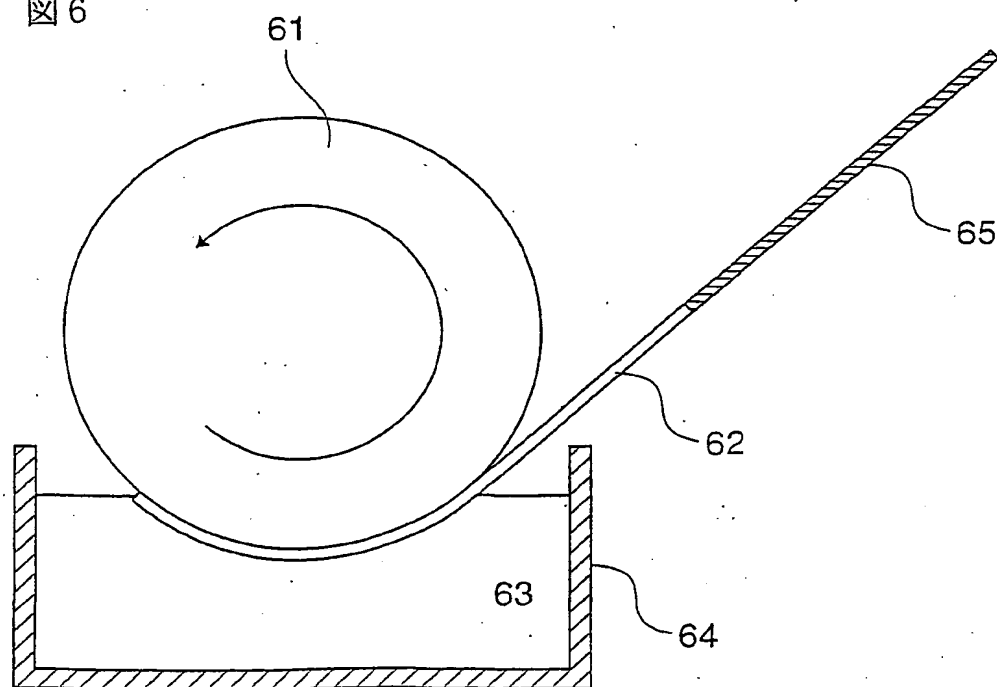
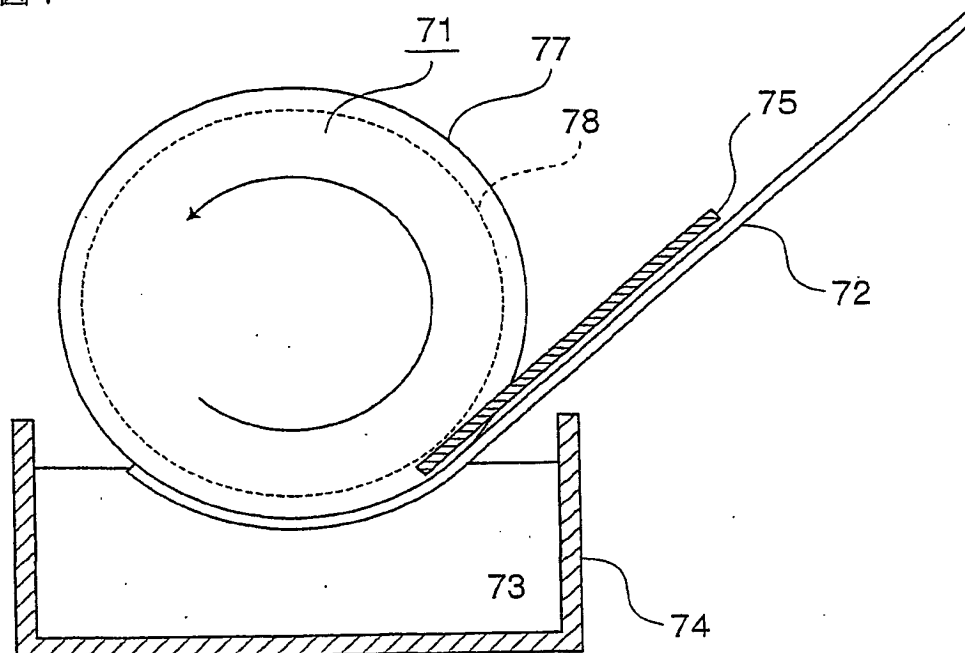


図 7



INTERNATIONAL SEARCH REPORT

International application No.

PCT/JP01/07001

A. CLASSIFICATION OF SUBJECT MATTER

Int.Cl⁷ C30B29/06, H01L31/04

According to International Patent Classification (IPC) or to both national classification and IPC

B. FIELDS SEARCHED

Minimum documentation searched (classification system followed by classification symbols)

Int.Cl⁷ C30B1/00-35/00, H01L31/04

Documentation searched other than minimum documentation to the extent that such documents are included in the fields searched

Jitsuyo Shinan Koho 1926-1996 Toroku Jitsuyo Shinan Koho 1994-2001
Kokai Jitsuyo Shinan Koho 1971-2001 Jitsuyo Shinan Toroku Koho 1996-2001

Electronic data base consulted during the international search (name of data base and, where practicable, search terms used)

CAS ONLINE, JICST FILE on Science and Technology

C. DOCUMENTS CONSIDERED TO BE RELEVANT

Category*	Citation of document, with indication, where appropriate, of the relevant passages	Relevant to claim No.
X A	TANIGUCHI H. et al., "Crystal growth of silicon sheet for solar cell", Nippon Kesshou Seichou Gakkaishi, Vol.27, No.4, October, 2000, pages 156 to 161, especially, page 160, right column; Figs. 8 to 10	11 1-10

☐ Further documents are listed in the continuation of Box C.

☐ See patent family annex.

* Special categories of cited documents:

"A" document defining the general state of the art which is not

considered to be of particular relevance

"E" earlier document but published on or after the international filing

date

"L" document which may throw doubts on priority claim(s) or which is

cited to establish the publication date of another citation or other

special reason (as specified)

"O" document referring to an oral disclosure, use, exhibition or other

means

"P" document published prior to the international filing date but later

than the priority date claimed

"T" later document published after the international filing date or

priority date and not in conflict with the application but cited to

understand the principle or theory underlying the invention

"X" document of particular relevance; the claimed invention cannot be

considered novel or cannot be considered to involve an inventive

step when the document is taken alone

"Y" document of particular relevance; the claimed invention cannot be

considered to involve an inventive step when the document is

combined with one or more other such documents, such

combination being obvious to a person skilled in the art

"&" document member of the same patent family

Date of the actual completion of the international search

24 August, 2001 (24.08.01)

Date of mailing of the international search report

04 September, 2001 (04.09.01)

Name and mailing address of the ISA/
Japanese Patent Office

Authorized officer

Facsimile No.

Telephone No.

国際調査報告

国際出願番号 PCT/JP01/07001

A. 発明の属する分野の分類 (国際特許分類 (IPC))
 Int. Cl. C30B29/06, H01L31/04

B. 調査を行った分野
 調査を行った最小限資料 (国際特許分類 (IPC))
 Int. Cl. C30B1/00-35/00, H01L31/04

最小限資料以外の資料で調査を行った分野に含まれるもの
 日本国実用新案公報 1926-1996年
 日本国公開実用新案公報 1971-2001年
 日本国登録実用新案公報 1994-2001年
 日本国実用新案登録公報 1996-2001年

国際調査で使用した電子データベース (データベースの名称、調査に使用した用語)
 CAS ONLINE, JICST科学技術文献ファイル

C. 関連すると認められる文献

引用文献の カテゴリー*	引用文献名 及び一部の箇所が関連するときは、その関連する箇所の表示	関連する 請求の範囲の番号
X A	TANIGUCHI H. et al., Crystal growth of silicon sheet for solar cell, 日本結晶成長学会誌, Vol. 27, No. 4, 10月, 2000, pages 156-161, 特にp. 160右欄, Fig. 8-10参照	11 1-10

☐ C欄の続きにも文献が列挙されている。

☐ パテントファミリーに関する別紙を参照。

* 引用文献のカテゴリー

「A」 特に関連のある文献ではなく、一般的技術水準を示すもの
 「E」 国際出願日前の出願または特許であるが、国際出願日以後に公表されたもの
 「L」 優先権主張に疑義を提起する文献又は他の文献の発行日若しくは他の特別な理由を確立するために引用する文献 (理由を付す)
 「O」 口頭による開示、使用、展示等に言及する文献
 「P」 国際出願日前で、かつ優先権の主張の基礎となる出願

の日の後に公表された文献
 「T」 国際出願日又は優先日後に公表された文献であって出願と矛盾するものではなく、発明の原理又は理論の理解のために引用するもの
 「X」 特に関連のある文献であって、当該文献のみで発明の新規性又は進歩性がないと考えられるもの
 「Y」 特に関連のある文献であって、当該文献と他の1以上の文献との、当業者にとって自明である組合せによって進歩性がないと考えられるもの
 「&」 同一パテントファミリー文献

国際調査を完了した日 24.08.01

国際調査報告の発送日 04.09.01

国際調査機関の名称及びあて先
 日本国特許庁 (ISA/JP)
 郵便番号100-8915
 東京都千代田区霞が関三丁目4番3号

特許庁審査官 (権限のある職員)
 五十 樓 毅



4G 9440

電話番号 03-3581-1101 内線 3416